

55/2002
6-28-02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)
Dong-ha SHIM) Group Art Unit: Unassigned
Application No.: New Application) Examiner: Unassigned
Filed: Herewith)
For: MEMS DEVICE HAVING FLEXURES)
WITH NON-LINEAR RESTORING)
FORCE)

J1046 U.S. PTO
10/075224
02/15/02

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

Republic of Korea Patent Application No. 2001-9955

Filed: February 27, 2001

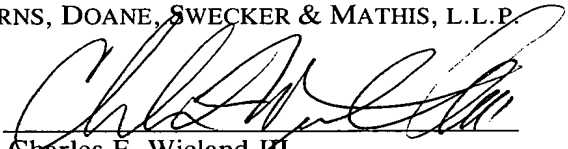
In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: February 13, 2002

By:


Charles F. Wieland III
Registration No. 33,096

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

**KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE**



This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

Application Number: Patent Application No. 2001-9955

Date of Application: 27 February 2001

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

19 July 2001

COMMISSIONER

1020010009955

2001/7/2

[Document Name] Patent Application

[Application Type] Patent

[Receiver] Commissioner

[Reference No.] 0005

[Filing Date] 2001.02.27

[IPC] G01D

[Title] MEMS device having springs with non-linear restoring force

[Applicant]

[Name] Samsung Electronics Co., Ltd.

[Applicant code] 1-1998-104271-3

[Attorney]

[Name] Young-pil Lee

[Attorney's code] 9-1998-000334-6

[General Power of Attorney Registration No.] 1999-009556-9

[Attorney]

[Name] Hae-young Lee

[Attorney's code] 9-1999-000227-4

[General Power of Attorney Registration No.] 2000-002816-9

[Inventor]

[Name] SHIM, Dong Ha

[I.D. No.] 731023-1109214

[Zip Code] 449-900

[Address] San 14-1 Nongseo-ri, Kiheung-eub
Yongin-city, kyungki-do

[Nationality] Republic of Korea

[Application Order] I/We file as above according to Art. 42 of the Patent Law.

Attorney Young-pil Lee

Attorney Hae-young Lee

[Fee]

[Basic page] 20 Sheet(s) 29,000 won

[Additional page] 1 Sheet(s) 1,000 won

1020010009955

2001/7/2

[Priority claiming fee]	0 Case(s)	0 won
[Examination fee]	0 Claim(s)	0 won
[Total]	30,000 won	

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)_1 copy

J1046 U.S. PTO
10/075224

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 :
Application Number

특허출원 2001년 제 9955 호
PATENT-2001-0009955

출원 년 월 일 :
Date of Application

2001년 02월 27일
FEB 27, 2001

출원인 :
Applicant(s)

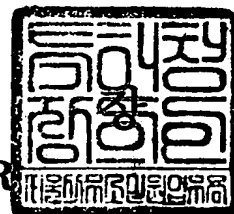
삼성전자 주식회사
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2001 년 07 월 19 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【참조번호】	0005		
【제출일자】	2001.02.27		
【국제특허분류】	G01D		
【발명의 명칭】	비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자		
【발명의 영문명칭】	MEMS device having springs with non-linear restoring force		
【출원인】			
【명칭】	삼성전자 주식회사		
【출원인코드】	1-1998-104271-3		
【대리인】			
【성명】	이영필		
【대리인코드】	9-1998-000334-6		
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9		
【대리인】			
【성명】	이해영		
【대리인코드】	9-1999-000227-4		
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	심동하		
【성명의 영문표기】	SHIM, Dong Ha		
【주민등록번호】	731023-1109214		
【우편번호】	449-900		
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 농서리 산14-1번지		
【국적】	KR		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 필 (인) 대리인 이해영 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20 면	29,000 원	
【가산출원료】	1 면	1,000 원	

1020010009955

2001/7/2

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】	30,000	원		
【첨부서류】	1.	요약서·명세서(도면)_1통		

【요약서】

【요약】

비선형적 복원력을 가지는 스프링 요소가 적용된 MEMS 소자에 관해 개시된다. 개시된 소자는: 기관 상에 형성되는 지지요소와; 지지요소에 의해 기관의 상방에 위치하여 기관에 대해 상대적인 운동을 하는 운동요소와; 상기 운동요소를 상기 지지체에 대해 탄력적 현가하는 스프링요소와; 상기 기관에 대한 상기 운동요소의 상대적 운동을 유발시키는 구동요소와; 상기 구동요소에 의해 운동요소가 운동을 할 때에 이를 지지하는 상기 스프링 요소가 소정량의 탄성변형이 이루어 졌을 때 스프링 요소의 반발력을 비선형적으로 증가시키는 반발력 변경 요소를; 구비한다.

이러한 MEMS 소자는 비선형적 반발력을 가지는 스프링요소를 이용하여 운동요소의 위치제어를 할 경우 위치 제어의 범위를 늘일 수 있다. 그리고 운동요소의 스틱션이 발생했을 경우 비선형적인 반발력을 가지는 스프링에 의해 큰 복원력을 얻을 수 있으며 공정 중 또는 동작 중에 발생할 수 있는 스틱션을 방지할 수 있다. 이러한 본 발명의 MEMS 소자는 종래의 MEMS 소자에 비해 신뢰성이 매우 높다.

【대표도】

도 6

【색인어】

MEMS, 비선형, 스프링

【명세서】

【발명의 명칭】

비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자{MEMS device having springs with non-linear restoring force}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 구조의 스프링이 적용된 마이크로 스위칭 소자의 개략적 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 종래 마이크로 스위칭 소자에서, 스테이지와 스프링에 의한 구조물의 평면 구조를 보인다.

도 3은 본 발명이 적용되는 MEMS 소자의 일례로서, 도 1 및 도 2를 참조로 설명된 종래 마이크로 스위칭 소자를 단순 모델링한 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 MEMS 소자를 단순 모델링한 도면이다.

도 5는 종래 구조의 스프링 요소를 가지는 MEMS 소자에서, 운동요소의 변위에 따른 정전인력(F_s) 및 스프링 반발력(F_r)의 관계를 도시한다.

도 6은 본 발명에 따른 MEMS 소자의 모델 구조의 발체도면이다.

도 7은 도 6에 도시된 MEMS 소자의 모델에서 운동요소에 가해지는 외력(정전인력)에 의해 스프링 요소가 변형된 상태를 보인다.

도 8은 본 발명의 개념이 적용된 MEMS 소자에서, 운동요소의 변위에 따른 정전인력(F_s) 및 스프링 반발력(F_{r1} , F_{r2} , F_{r3})의 관계를 도시한다.

도 9는 본 발명의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 개념이 적용된 MEMS 소자로서, 본 발명에 따른 마이크로 스위칭 소자의 개략적 사시도이다.

도 11a는 본 발명의 개념이 적용된 MEMS 소자의 다른 실시예를 보이는 개략적 평면도이며,

도 11b는 도 11a에 도시된 MEMS 소자의 개략적 단면도이다.

도 12는 본 발명의 개념이 적용된 MEMS 소자의 또 다른 실시예를 보이는 개략적 평면도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS(Micro-ElectroMechanical System) 소자에 관한 것이다.
- <15> 일반적으로 MEMS 소자는 웨이퍼 레벨로 가공되며, 기판 상에 기판에 대해 상대적인 운동을 하는 미소의 운동요소 및 이를 운동시키는 구동요소를 구비한다. 구동요소는 주로 정전기에 의해 인력을 발생시키는 대향된 두 전극을 가진다. 운동요소는 기판에 대해 평행한 방향으로 운동하는 것과 기판에 대해 수직인 방향으로 운동하는 것 및 기판에 대해 소정의 각도 범위 내에서 회동운동하는 것들이 있다.
- <16> 이러한 운동을 하기 위하여 운동요소의 한부분에 구동전극을 마련하고 이에 대응하는 고정된 위치에 고정 전극이 마련된다. 일반적으로 MEMS 구조물에서는 양 전극간의 간격이 수 마이크로미터 범위로 조절되기 때문에 가공이 매우 정밀한 가

공이 요구된다. 이러한 MEMS 소자에서 중요한 결함 중에 하나는 운동요소가 인접하는 다른 고정요소에 들어 붙는 스틱션(Stiction)에 기인한다.

<17> 도 1은 상기와 같은 결함에 매우 민감한 MEMS 소자의 일례로서 MEMS 구조의 종래 마이크로 스위칭 소자의 개략적 상시도이다.

<18> 도 1에 도시된 바와 같이, 기판(1)의 상방에 구동스테이지(2)가 위치하며, 스테이지(2)는 그 네 모서리로 부터 연장되는 스프링(3) 및 이를 지지하는 앵커(4)에 의해 지지된다.

<19> 상기 스테이지(2)는 양측의 구동전극(2a, 2b) 및 이들 사이에 개재되는 접점부(2c)를 구비한다. 상기 구동전극(2a, 2b)의 하부에는 고정전극(5a, 5b)와 위치하고, 상기 상기 접점부(2c)의 하부에는 스위칭을 위한 시그널 라인(6a, 6b)이 위치하며, 상기 접점부(2c)의 하부에서 상기 시그널 라인(6a, 6b)의 내단부가 소정 간격을 두고 배치된다.

<20> 상기와 같은 스위칭 소자는 상기 고정전극(5a, 5b)와 구동전극(2a, 2b) 간의 정전기력에 의해 스테이지(2)가 상기 기판(1)의 수직인 Z 방향으로 움직이고, 이때에 상기 스테이지(2)가 기판(1)측으로 이동하였을 때에 상기 접점부(2c)가 상기 양 시그널 라인(6a, 6b)에 공히 접촉되어 양 시그널 라인(6a, 6b)간의 통전을 허용한다.

<21> 도 2는 상기와 같은 구조의 종래 스위칭 소자에 있어서, 상기 기판(1)의 상방에 위치하는 스테이지(2), 스테이지(2)의 네 모서리로 부터 연장되는 스프링(3) 및 이를 지지하는 앵커(4)의 평면적 구조를 보인다. 상기 스테이지(2) 및 스프링(3)은 금속에 의해 일체적으로 형성된다.

<22> 이상과 같은 종래 스위칭 소자는 결점은 전극간의 정전기력에 의해 상기 스테이지가 동작할 때에, 상기 스테이지(2)가 기관(1)의 표면에 들어 붙기 쉽다는 것이다. 이는 상기 스테이지(2)와 기관(1)의 사이에 습기 또는 이물질이 존재할 경우에 대부분 발생된다. 이러한 스테이지(2)의 스틱션은 사용 중 뿐 아니라 제조공정 중에도 나타난다.

<23> 이러한 스틱션을 방지하기 위하여, 종래에는 상기 스테이지의 저면에 돌출부를 마련하거나 스틱션 방지용 박막을 형성하기도 한다. 그러나, 상기와 같은 마이크로 스위치의 경우 상기 스테이지의 저면에서 스위칭이 일어나기 때문에 상기 돌출부가 접촉저항의 증가를 유발할 수 있다. 이러한 마이크로 스위치와 같이 전극이 나란한 구조에 있어서 양 전극간의 전기력이 비선형적으로 나타나는데, 초기간격이 1/3로 줄어들게 되면 전기력이 스프링에 의한 복원력에 비해 매우 커지게 되기 때문에 원위치로의 위치제어가 불가능하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<24> 본 발명의 목적은 운동요소의 스틱션을 효과적으로 방지할 수 있고, 운동요소의 위치복원이 안정적으로 가능하도록 구성된 비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<25> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따르면,

<26> 기관과,

<27> 상기 기관 상에 형성되는 지지요소와;

<28> 상기 지지요소에 의해 상기 기관의 상방에 위치하여 기관에 대해 상대적인 운동을

하는 운동요소와;

<29> 상기 운동요소를 상기 지지체에 대해 탄력적 현가하는 스프링요소와;

<30> 상기 기판에 대한 상기 운동요소의 상대적 운동을 유발시키는 구동요소와;

<31> 상기 구동요소에 의해 운동요소가 운동을 할 때에 이를 지지하는 상기 스프링 요소.

가 소정량의 탄성변형이 이루어 졌을 때 스프링 요소의 스프링상수를 비선형적으로 증가시키는 스프링 상수 변경 요소를; 구비하는 MEMS 소자가 제공된다.

<32> 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 스프링 상수 변경요소는 상기 스프링과 이에 대응하는 것으로 기판에 대해 위치가 고정된 정적요소의 사이에 마련되는 소정크기의 스톱퍼에 의해 제공된다.

<33> 상기 스톱퍼는 상기 스프링이 소정량 탄성변형되었을 때에 상기 스프링의 중간부분이 접촉되도록 상기 스프링 요소에 대응하는 정적요소의 일부분에 마련될 수 있고, 또는 상기 스톱퍼는 상기 정적요소에 대면하는 상기 스프링의 중간부분의 일면에 형성되어 스프링이 소정량 탄성변형되었을 때에 상기 정적요소에 접촉되도록 할 수 있다.

<34> 바람직하기로는 상기 운동요소는 상기 기판의 평면에 대해 수직인 방향으로 운동하는 구조를 가지는 것이 바람직하며, 상기 정적요소로서는 상기 스프링 요소에 대응하는 기판의 일측 표면이 적용될 수 있다.

<35> 이하 첨부된 도면을 참조하면서, 본 발명에 따른 마이크로 스위칭 소자의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.

<36> 도 3은 본 발명이 적용되는 MEMS 소자의 일례로서, 도 1 및 도 2를 참조로 설명된 종래 마이크로 스위칭 소자를 단순 모델링한 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 MEMS 소

자를 단순 모델링한 도면이다.

<37> 먼저 도 3을 참조하면, 단순 모델링된 종래 MEMS 소자는 기판(1) 상에 지지요소(20)가 소정 간격을 두고 위치하고, 상기 양 지지요소(20)에는 운동요소(30)가 그 양측의 스프링 요소(40)에 의해 현가된다. 상기 운동요소(30)의 저면에 대응하는 기판(10)의 상면에는 상기 운동요소(30)와 함께 구동요소(50)를 구성하는 하부 전극(52)이 마련된다.

<38> 도 3에 도시된 단순 모델링 구조를 도 1 및 도 2에 도시된 종래 마이크로 스위칭 소자에 대응시키면, 운동요소(30)는 스테이지(2), 지지요소(20)는 앵커(4), 스프링 요소(40)는 'ㄷ' 형 스프링(3), 그리고, 구동요소(50)의 하부 전극(52) 고정 콤포전극(5a, 5b)에 해당한다.

<39> 도 3에 도시된 MEMS 소자에서 상기 운동요소(30)와 하부 전극(52) 사이에 소정 전위의 전압(일반적으로 3V)이 인가되면 도 4에 도시된 바와 같이 운동요소(30)가 기판(1)의 표면에 밀착되고, 운동요소(30)를 지지하는 스프링 요소(40)가 'S' 형으로 크게 변형되어 있다. 여기에서 운동요소(30)는 매우 굳은(Rigid) 것으로 고려되어 변형이 없는 것으로 간주된다.

<40> 이때에, 상하부 전극간의 일정한 전압에 하에서 상기 운동요소는 거리의 제곱에 반비례하는 힘(정전인력)으로 기판에 강하게 밀착되어 있다. 도 5는 운동요소의 변위에 따른 정전인력(F_s) 및 스프링 반발력(F_r)의 관계를 도시한다.

<41> 도 5에 도시된 바와 같이, 변위가 커지면서 정전인력(F_s)이 급격히 커지고, 반면에 스프링 반발력(F_r)는 직선적으로 매우 완만하게 증가한다. 이를 참고하면, 운동요소

(30)가 기관(1)에 밀착되었을 때에 이들 사이의 정전인력(Fr)이 스프링의 반발력(Fr)에 비해 수십배 크게 나타남을 알수 있다. 이와같이, 스프링 반발력(Fr)에 비해 매우 큰 정전인력(Fr)에 의하면 운동요소(30)의 스틱션이 우려된다.

<42> 이에 반하여 본 발명은 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 스프링 요소(40)의 저면에 스프링 요소의 반발력을 비선형화하기 위한 스톱퍼(60)가 위치한다. 이 스톱퍼(60)는 정전인력에 의해 운동요소(30)가 기관(1)으로 접근할 때에 도 7에 도시된 바와 같이 운동요소(30)에 비해 먼저 기관(1)의 표면에 접촉된다. 스톱퍼(60)가 기관(1)에 접촉되게 되면 결과적으로 상기 스프링 상수가 급격히 상승하게 되어 스프링의 반발력이 비선형화된다.

<43> 도 8은 도 6과 도 7에 도시된 바와 같은 모델의 변위의 변화에 따른 정전인력 및 스프링 반발력의 변화를 보인다. 도 8은 참조하면, 정전인력(F_s)는 도 5에 도시된 바와 동일한 형태로 거리의 제곱에 반비례하는 형태로 급상승한다. 그러나, 스프링 반발력(Fr_1 , Fr_2 , Fr_3)는 상기 스톱퍼(60)가 기관(1)에 접촉된 이후에 매우 가파르게 증가한다. 상기 스프링 반발력(Fr_1 , Fr_2 , Fr_3)은 스톱퍼(60)가 기관(1)에 접촉되기 전까지는 완만하게 직선적으로 증가하고, 스톱퍼(60)가 기관(1)에 접촉된 이후에는 정전인력(F_s)보다는 낮지만 이와는 차이가 적은 값을 유지하도록 급증한다. 도 8에서 Fr_1 은 스톱퍼의 높이가 0.422마이크로 미터, Fr_2 는 0.322마이크로미터 그리고 Fr_3 는 0.222마이크로미터일 경우의 스프링 반발력을 나타내며, 이때에 공통적인 조건으로서, 지지요소(20)로부터 스톱퍼(60)까지의 거리(a)를 스프링 요소(40)의 전체 길이(L)의 0.85 배인 경우를 나타낸다.

<44> 도 9를 참조하면 스프링 요소의 전체길이를 L , 지지요소로부터 상기 스톱퍼(60)가

지의 거리를 a , 스톱퍼(60)에서 기관(1)까지의 거리(도 9에서는 스프링요소로 부터 분리된 것으로 도시되어 있으나 이는 설명을 돕기 위한 것이다.)를 d , 그리고 스톱퍼(60)가 위치한 부위에서의 변위를 δa , 스프링 요소(40)의 최대 변위를 δ , 힘(정전인력)을 F 라 할때에, 다음의 수학적 식 1, 및 수학적 식 2가 성립된다.

<45> 【수학적 식 1】

$$F = \frac{12 EI}{L^3} \cdot \delta \quad \text{where } 0 < \delta a < d$$

<46> 【수학적 식 2】

$$F = \frac{3 EI(4L-3a)}{L(L-a)^3} \left[\delta - \frac{(3L-2a)L}{(4L-3a)a} d \right] \quad \text{where } \delta a > d$$

<47> 위의 식에서 E 는 영률이며, I 는 스프링의 관성모멘트이다. 수학적 식 1은 스톱퍼(60)가 기관(1)에 접촉되지 않았을 때의 힘을 나타내며, 수학적 식 2는 스톱퍼(60)가 기관(1)에 접촉되었을 때의 힘을 나타낸다. 이를 통해서 스톱퍼(60)가 기관(1)에 접촉된 이후에는 매우 가파르게 스프링 반발력이 증가함을 알 수 있다. 따라서, 운동요소(30)가 기관(1)에 대해 강한 정전인력을 받고 있지만 반면에 스프링 반발력도 매우 크게 작용하게 되며, 따라서, 운동요소(30)가 기관(1)으로 부터 쉽게 분리될 수 있고, 결과적으로는 스틱션과 같은 문제가 발생하지 않는다.

<48> 상기 스톱퍼(60)는 스프링 요소(40) 뿐 아니라 이에 대응하는 기관(1) 상에 형성될 수 있고, 그리고 상기 운동요소(30)가 기관(1)의 평면에 대해 수직이 아닌 평행방향으로 이동하는 경우에 있어서는 상기 스프링 요소(40)의 비선형적 반발력을 제공할 수 있는 어떤 위치고정된 요소가 필요하다.

- <49> 도 10은 상기와 같은 본 발명의 개념이 적용된 본 발명에 따른 MEMS 소자의 개략적 사시도이다. 도 10에 도시된 MEMS 소자는 도 1 및 도 2에 도시된 마이크로 스위칭 소자에 본 발명의 개념이 적용된 구조를 가진다.
- <50> 도 10에 도시된 바와 같이 스프링(3)의 중간부분의 저면에 스톱퍼(60)가 형성되어 있다. 상기 스톱퍼(60)는 스프링(3)의 저면에 형성되며, 정상적인 상태에서는 그 하단부가 기판(1)으로 부터 떨어져 있다. 그 나머지 부분은 도 1 및 도 2에 도시된 것과 같으므로 더 이상 설명되지 않는다.
- <51> 한편 상기 스톱퍼(60)는 상기와 같이 스프링(3)의 저면이 아닌 이에 대향하는 정적 요소에 형성될 수 있다. 도 10에서는 정적 요소가 기판(1)의 표면이 되며, 따라서 상기 스프링(3) 하부의 기판(1)의 상면에 형성될 수도 있다.
- <52> 도 11a 및 도 12a는 상기와 같이 상기 스톱퍼(60)가 정적 요소, 즉 기판(1)의 상면에 형성된 상태를 보이는 개략적 구성도이다.
- <53> 도 11a 및 도 12a를 참조하며, 기판(1) 상에 네개의 지지요소(4a)로서의 포스트가 형성되고 이들의 중앙부분에 운동요소(30a)가 마련된다. 운동요소(30a)은 네개의 스프링(3a)에 의해 지지된다. 그리고 상기 스프링(3a)의 저면의 기판(1) 상에는 상기 스톱퍼(60a)가 형성된다.
- <54> 도 12는 전술한 바와 같이, 상기 운동요소(30b)가 기판(1)의 평면에 대해 나란한 방향으로 운동하는 구조의 개략적 구성을 보인다.
- <55> 도 12을 참조하면, 기판(1) 상에 네개의 지지요소(4b)로서의 포스트가 형성되고 이들의 중앙부분에 운동요소(30b)가 마련된다. 운동요소(30b)은 네개의 스프링(3b)에 의해

지지되며, 기판(1)의 평면에 대해 나란한 방향으로 운동한다. 그리고 상기 운동요소(30b)의 운동방향으로 상기 스프링(3b)의 맞은편에는 전술한 정적요소(7)로서의 고정구조물이 소정 높이로 형성된다. 그리고 정적요소(7)에 대면하는 스프링(3b)의 측면에는 상기 스톱퍼(60a)가 형성된다.

<56> 이상과 같은 본 발명은 상기 실시예에서와 같은 마이크로 스위칭 소자는 물론이고, 마이크로 구조물을 지지하는 스프링을 가지며, 이상과 같은 비선형적 반발력이 요구되는 어떠한 MEMS 소자에도 적용이 가능하다.

【발명의 효과】

<57> 상기와 같은 본 발명에 따른 MEMS 소자는 비선형적 반발력을 가지는 스프링요소를 이용하여 운동요소의 위치제어를 할 경우 위치 제어의 범위를 늘일 수 있다. 그리고 운동요소의 스틱션이 발생했을 경우 비선형적인 반발력을 가지는 스프링에 의해 큰 복원력을 얻을 수 있으며 공정중에 발생할 수 있는 스틱션을 방지할 수 있다. 이러한 본 발명의 MEMS 소자는 종래의 MEMS 소자에 비해 신뢰성이 매우 높다.

<58> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 한해서 정해져야 할 것이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

기판과,

상기 기판 상에 형성되는 지지요소와;

상기 지지요소에 의해 상기 기판의 상방에 위치하여 기판에 대해 상대적인 운동을 하는 운동요소와;

상기 운동요소를 상기 지지체에 대해 탄력적 현가하는 스프링요소와;

상기 기판에 대한 상기 운동요소의 상대적 운동을 유발시키는 구동요소와;

상기 구동요소에 의해 운동요소가 운동을 할 때에 이를 지지하는 상기 스프링 요소가 소정량의 탄성변형이 이루어 졌을 때 스프링 요소의 반발력을 비선형적으로 증가시키는 반발력 변경 요소를; 구비하는 것을 특징으로 하는 비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 반발력 변경 요소는 상기 스프링과 이에 대응하는 것으로 기판에 대해 위치가 고정된 정적요소의 사이에 마련되는 소정크기의 스톱퍼에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

상기 스톱퍼는 상기 스프링이 소정량 탄성변형되었을 때에 상기 스프링의 중간부분

이 접촉되도록 상기 스프링 요소에 대응하는 정적요소의 일부분에 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자.

【청구항 4】

제 2 항에 있어서,

상기 스톱퍼는 상기 정적요소에 대면하는 상기 스프링의 중간부분의 일면에 형성되어 스프링이 소정량 탄성변형되었을 때에 상기 정적요소에 접촉되도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자.

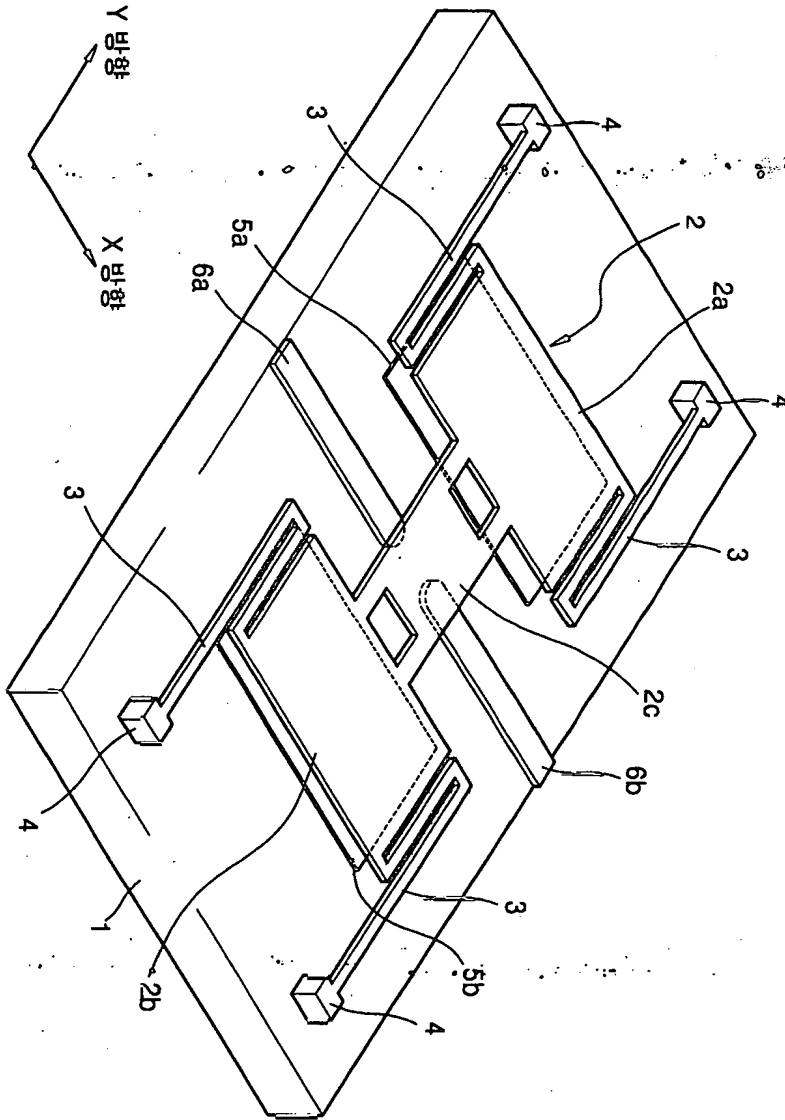
【청구항 5】

제 1 항 내지 제 4 항 중의 어느 한 항에 있어서,

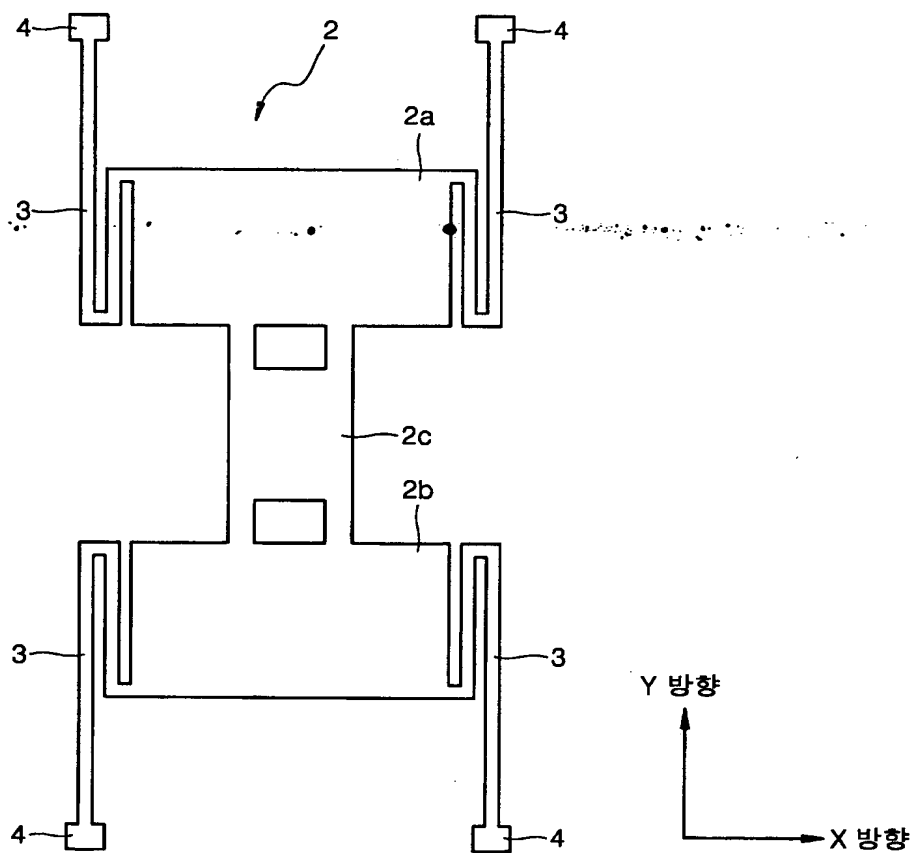
상기 운동요소는 상기 기관의 평면에 대해 수직인 방향으로 운동하는 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 비선형적 복원력의 스프링을 가지는 MEMS 소자.

【도면】

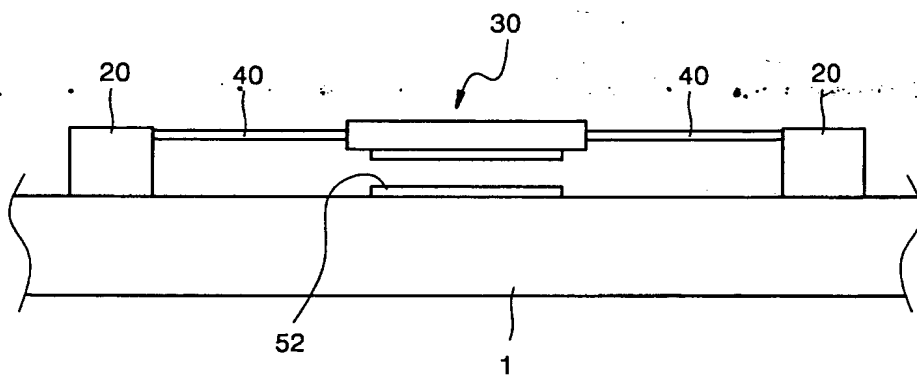
【도 1】



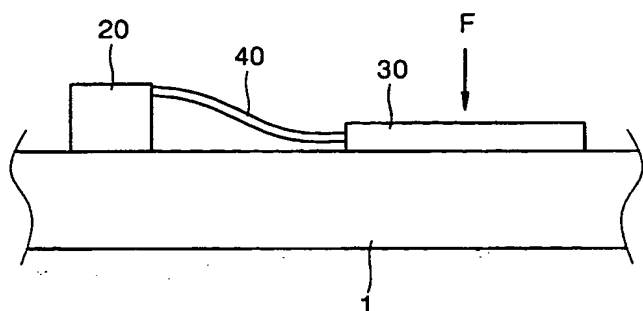
【도 2】



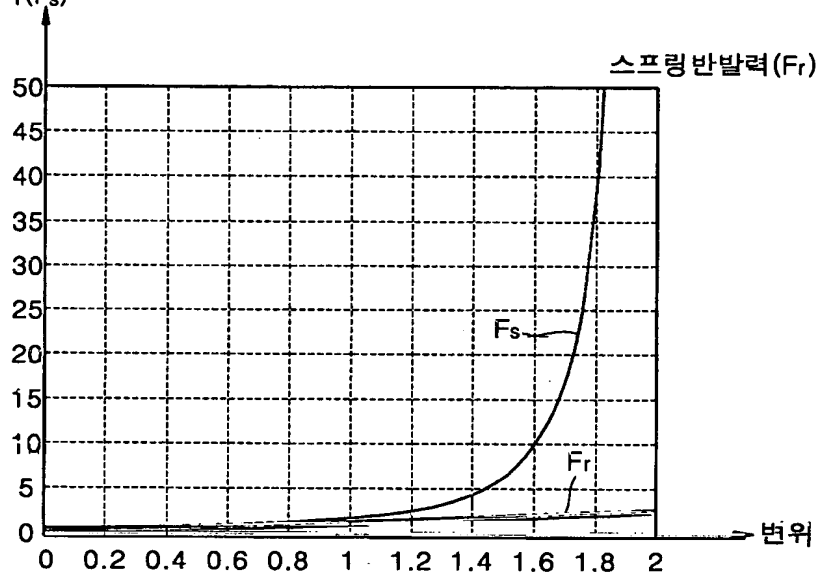
【도 3】



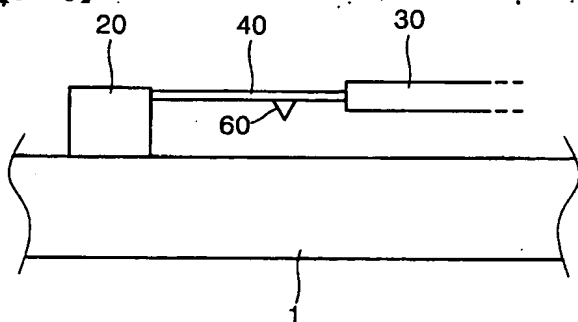
【도 4】



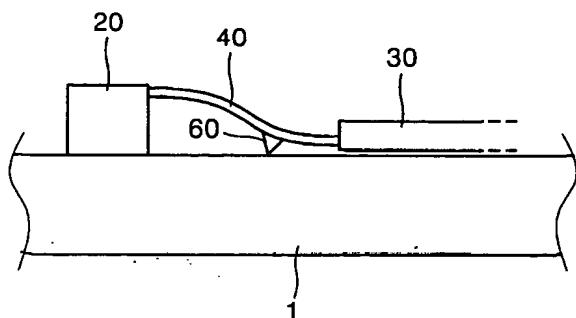
【도 5】

정전인력(F_s)

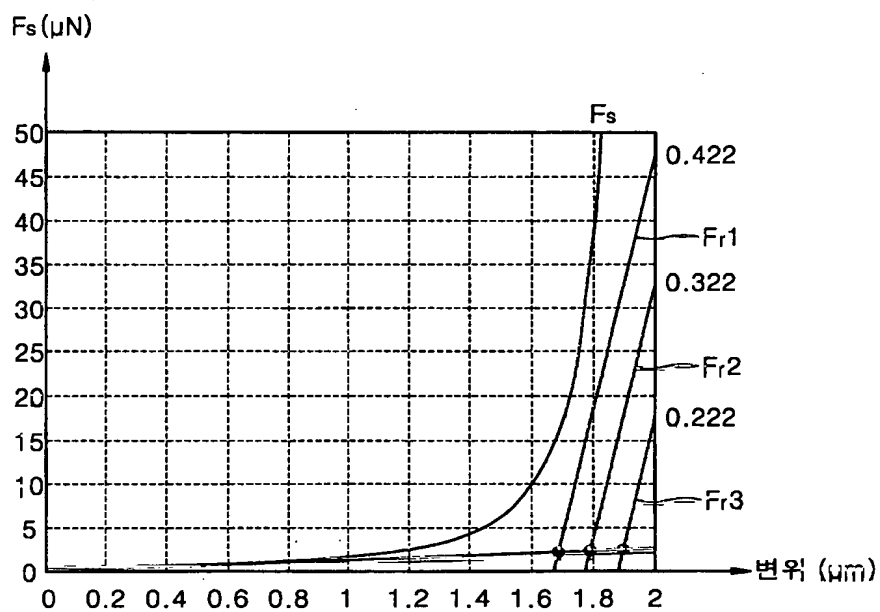
【도 6】



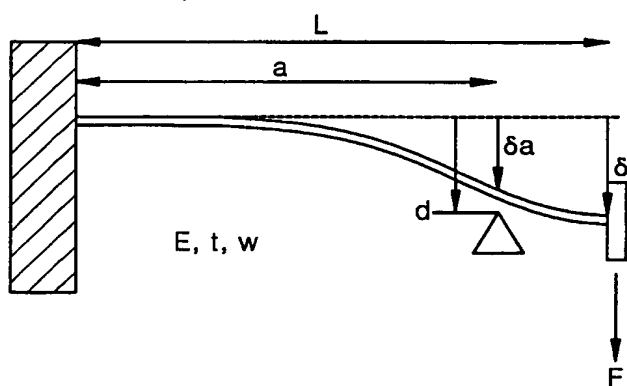
【도 7】



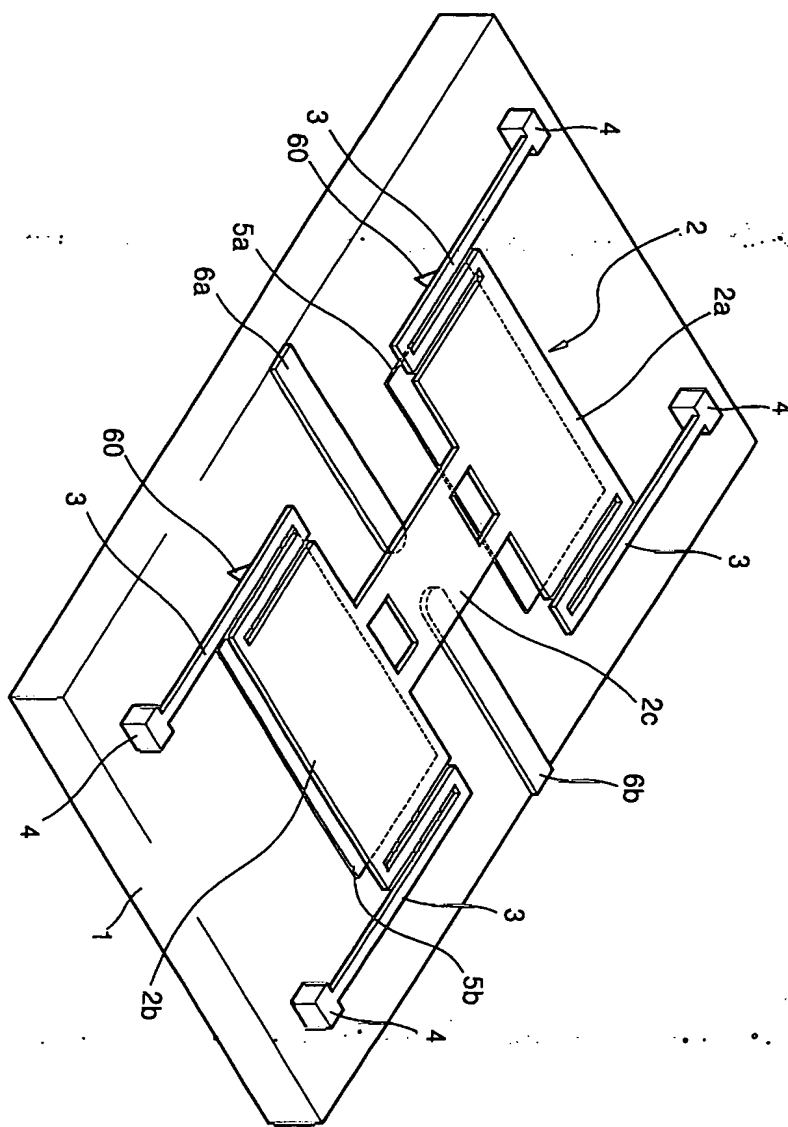
【도 8】



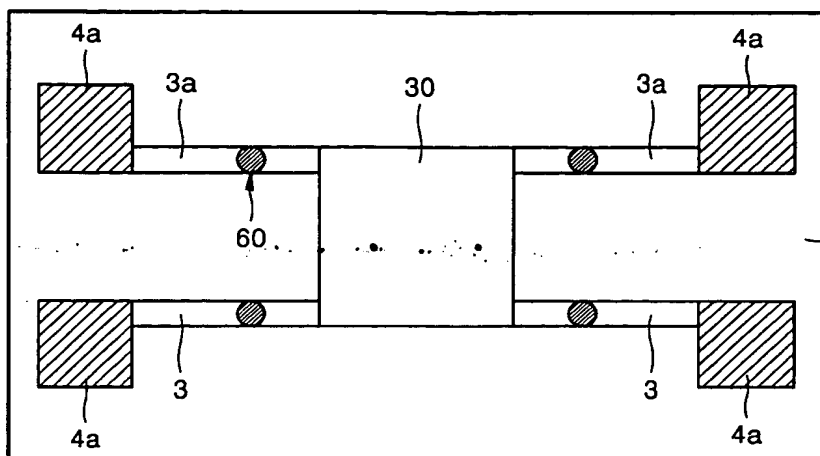
【도 9】



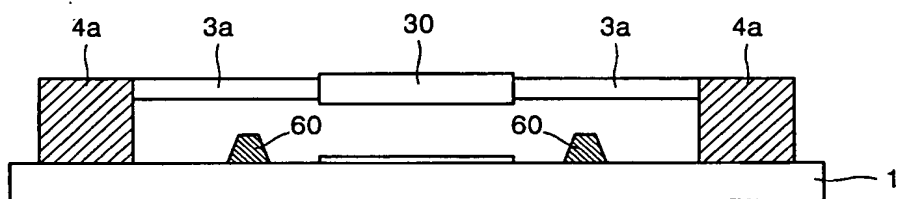
【図 10】



【図 11a】



【図 11b】



【図 12】

